

SULIT



Second Semester Examination
2017/2018 Academic Session

May/June 2018

EBP 317/3 – Advanced Polymer Composites
[Komposit Polimer Termaju]

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

Please ensure that this examination paper contains **ELEVEN** printed pages before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **SEBELAS** muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]*

This paper consists of **SEVEN** questions. **THREE** questions in PART A and **FOUR** questions in PART B.

*[Kertas soalan ini mengandungi **TUJUH** soalan. **TIGA** soalan di BAHAGIAN A dan **EMPAT** soalan di BAHAGIAN B.]*

Instruction: Answer **FIVE** questions. PART A is **COMPULSORY** and **TWO** question from PART B. If a candidate answers more than five questions only the first five questions answered in the answer script would be examined.

***[Arahan:** Jawab **LIMA** soalan. BAHAGIAN A **WAJIB** dijawab dan **DUA** soalan dari BAHAGIAN B. Jika calon menjawab lebih daripada lima soalan hanya lima soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah.]*

The answers to all questions must start on a new page.

[Mulakan jawapan anda untuk semua soalan pada muka surat yang baru.]

You may answer a question either in Bahasa Malaysia or in English.

[Anda dibenarkan menjawab soalan sama ada dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.]

In the event of any discrepancies in the examination questions, the English version shall be used.

[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah digunakan.]

...2/-

SULIT

PART A / BAHAGIAN A

1. (a). Polymer matrix composites (PMCs) are becoming more important in the construction of aerospace structures such as instrument panels, fuselage skin panels, and fuselage fairing panels, spoilers, and wing structures. Discuss the primary advantages of using PMCs for aircraft structures.

Komposit matriks polimer (PMCs) menjadi semakin penting dalam pembinaan struktur aeroangkasa seperti panel instrumen, panel kulit 'fuselage', dan panel 'fuselage fairing', 'spoiler', dan struktur sayap. Bincangkan kelebihan utama menggunakan PMCs untuk struktur pesawat udara.

(50 marks/markah)

- (b). Figure 1 shows scanning electron microscope (SEM) micrograph of carbon fiber reinforced epoxy composite. In this image, bright circles are carbon fibers, which are approximately 14 μm in diameter and the dark background is epoxy. Assuming that 2R is the closest center-to-center spacing of the fibers, show that the fiber volume fraction is

given by $\frac{44.44}{R^2}$.

Rajah 1 menunjukkan mikrogram mikroskopi elektron pengimbasan (SEM) bagi komposit epoksi diperkuatkan gentian karbon. Dalam imej ini, bulatan terang adalah gentian karbon yang garispusatnya ialah 14 μm dan latar-belakang gelap ialah epoksi. Dengan menganggap 2R sebagai jarak terdekat di antara pusat gentian, tunjukkan bahawa

pecahan isipadu gentian diberikan sebagai $\frac{44.44}{R^2}$.



Figure 1 : SEM micrograph of a carbon fiber reinforced epoxy composite.

Rajah 1 : Mikrograf SEM bagi komposit epoksi diperkuatkan gentian karbon.

(50 marks/markah)

2. (a). With the aid of Input-Process-Output flowchart, explain clearly how a high quality polymer composites can be produced on an industrial scale.

Dengan bantuan carta aliran input-proses-output, terangkan dengan jelas bagaimana komposit yang berkualiti tinggi dapat dihasilkan pada skala industri.

(50 marks/markah)

- (b). Write an essay on criteria used in selecting fabrication techniques for polymer composites.

Tuliskan satu esei berhubung kriteria yang digunakan dalam pemilihan teknik fabrikasi komposit polimer.

(50 marks/markah)

...4/-

3. (a). Tensile strength of a short fibre composites can be given by the following equation:

Kekuatan tensil bagi satu komposit gentian pendek dapat diberikan oleh persamaan berikut :

$$(\sigma_c^*)_d = \sigma_f^* \left(1 - \frac{\ell_c}{2\ell}\right) V_f + \sigma_m' (1 - V_f)$$

- (i). Define all the terms in the above equation.

Takrifkan ungkapan yang terdapat di dalam persamaan tersebut.

(10 marks/markah)

- (ii). Explain how the above equation can be modified to give a more accurate prediction on the tensile strength of an injection moulded short fibre reinforced thermoplastic composites.

Untuk komposit termoplastik diperkuatkan gentik pendek, jelaskan bagaimana persamaan di atas dapat diubahsuai untuk meramalkan kekuatan tegangan dengan lebih tepat.

(20 marks/markah)

- (iii). How the performance of the short fibre composites could be enhanced to achieve up to 90 % of a uniaxially aligned continuous fibre composites.

Bagaimana prestasi komposit gentian pendek dapat dipertingkatkan untuk mencapai 90% dari komposit selanjar yang terjajar secara unipaksi?

(10 marks/markah)

- (b). A uniaxially aligned continuous glass fiber/epoxy composite is produced using a pultrusion technique. Using the information given below, determine :

Satu komposit gentian kaca/epoksi selangar yang terajar secara unipaksi dihasilkan menggunakan teknik pultrusi. Menggunakan maklumat yang diberikan dibawah, tentukan :

- (i). the modulus of the composites in the longitudinal direction
modulus komposit dalam arah longitudinal
- (ii). the mechanical anisotropy
anisotropi mekanik
- (iii). the tensile modulus of the composites if the glass fibres are oriented in two (2) and three (3) dimensions.
modulus tegangan komposit yang sama tetapi terdiri daripada gentian yang terorientasi dalam dua (2) dan tiga (3) dimensi

Specify clearly any assumption made.

Nyatakan sebarang anggapan yang dibuat.

Given :

Diberi :

Ratio of density of constituent materials = 1.95

Nisbah ketumpatan bahan juzuk

Density of epoxy resin = 1300 kgm⁻³

Ketumpatan resin epoksi

Weight fraction of epoxy resin = 0.6

Pecahan berat resin epoksi

Poisson's ratio of glass fiber = 0.22

Nisbah Poisson gentian kaca

Poisson's ratio of composite = 0.34

Nisbah Poisson komposit

Shear modulus of epoxy resin = 1.15 GNm⁻²

Modulus ricih resin epoksi

Modulus ratio of constituent materials = 25

Nisbah modulus tensil bahan juzuk

(60 marks/markah)

PART B / BAHAGIAN B

4. (a). You are preparing polypropylene/glass fiber composites and have decided to improve the fiber-matrix interaction by modifying the fiber surface with a compatibilizer. 2 types of maleated polyolefins (i.e., maleated polypropylene and maleated polyethylene) are available in your laboratory. Table 1 shows some physical properties of the compatibilizers.

Anda sedang menyediakan komposit polipropilena/gentian kaca dan telah membuat keputusan untuk meningkatkan interaksi gentian-matriks dengan mengubah-suai permukaan gentian dengan penserasi. 2 jenis penserasi boleh diperolehi di makmal anda. Jadual 1 menunjukkan sebahagian sifat-sifat fizikal bagi penserasi.

Table 1. Physical properties of compatibilizers.

Jadual 1. Sifat-sifat fizikal bagi penserasi.

Compatibilizer/ Penserasi	Molecular weight (g/mol)/ Berat molekul (g/mol)		Backbone structure/ Struktur tulung- belakang	Density (kg/m ³)/ Ketumpatan (kg/m ³)	Acid number (mg KOH/g)/ Nombor asid (mg KOH/g)
	\overline{M}_w	\overline{M}_n			
Epolene E20	7500	1600	HDPE	960	17.0
Epolene E-43	9100	3900	PP	930	47.0

- (i). Which compatibilizer would you choose and why?

Penserasi yang manakah yang akan anda pilih dan mengapa?

(10 marks/markah)

...8/-

- (ii). Illustrate the hypothetical interactions provided by the compatibilizer at the interface of the composite.

Beri ilustrasi bagi interaksi hipotesis yang dihasilkan oleh penserasi pada antaramuka bagi komposit tersebut.

(20 marks/markah)

- (iii). Briefly explain the chemical reaction between the compatibilizer and the glass fiber and the bonding mechanism involved between the modified glass fiber and the PP matrix.

Secara ringkas jelaskan tindak-balas kimia yang terlibat di antara gentian kaca dan penserasi dan mekanisma ikatan yang terlibat di antara gentian kaca yang terubah-suai dan matrik PP.

(40 marks/markah)

- (b). Calculate the weight of carbon fibers (density = 1800 kg/m^3) that must be added to 1 kg of epoxy (density = 1250 kg/m^3) to produce a composite with a density of 1600 kg/m^3 .

Kirakan berat gentian karbon (ketumpatan = 1800 kg/m^3) yang mesti ditambah kepada epoksi (ketumpatan = 1250 kg/m^3) untuk menghasilkan suatu komposit dengan ketumpatan 1600 kg/m^3 .

(30 marks/markah)

5. Consider an injection moulded sample contains 20 vol % of short carbon fibres in a matrix of nylon 6.6. The sample is tested to failure in tensile mode.

Pertimbangkan sampel yang teracuan suntikan yang mengandungi 20 % isipadu gentian karbon pendek dalam matrik nilon 6.6. Sampel tersebut diujikaji hingga gagal dalam mod tensil.

- (a). Using the data given below, proof that:

Menggunakan data yang diberikan di bawah, buktikan bahawa:

$$V_{\min} < V_{\text{crit}} < V_{\min}^d < V_{\text{crit}}^d$$

(40 marks/markah)

- (b). Calculate the tensile strength of the composite

Kirakan kekuatan tensil komposit tersebut.

(20 marks/markah)

- (c). Calculate the specific strength of the composite.

Kirakan kekuatan spesifik komposit tersebut.

(20 marks/markah)

- (d). Predict the tensile strength of the same composites if the carbon fibres are perfectly aligned parallel to the axis of the tensile bar.

Ramalkan kekuatan tensil bagi komposit yang sama sekiranya gentian karbon terjajar secara sempurna dalam arah selari dengan paksi utama sampel tensil.

(20 marks/markah)

Specify clearly any assumption made.

Nyatakan sebarang anggapan yang dibuat.

Given / Diberi :

Tensile strength of carbon fibre = 3200 MPa

Kekuatan tensil gentian karbon

Tensile strength of nylon 6.6 = 70 MPa

Kekuatan tensil nilon 6.6

Shear-strength of the carbon fibre-nylon 6.6 interface = 32 MPa

Kekuatan ricih pada antaramuka gentian karbon-nylon 6.6

Shear strength of nylon 6.6. = 56 MPa

Kekuatan ricih nilon 6.6

Original length of the carbon fibres = 400 μm

Panjang asal gentian karbon

Diameter of carbon fibres = 6 μm

Garispusat gentian karbon

Density of carbon fibres = 1790 kg/m^3

Ketumpatan gentian karbon

Density of nylon 6.6 = 1140 kg/m^3

Ketumpatan nilon 6.6

Tensile modulus of carbon fibres = 230 GPa

Modulus tensil gentian karbon

Tensile modulus of nylon 6.6. = 2.7 GPa

Modulus tensil nilon 6.6

Shear modulus of nylon 6.6 = 1.01 GPa

Modulus ricih nilon 6.6

Fibre orientation correction factor = 0.38

Faktor pembetulan orientasi gentian

...11/-

SULIT

6. Answer TWO of the following :

Jawab DUA daripada berikut :

- (a). Compare and contrast between hand lay-up and vacuum bagging techniques in the fabrication of polymer composites.

Banding dan bezakan antara teknik "hand lay-up" dan "vacuum bagging" dalam fabrikasi komposit polimer.

- (b). Write an essay on processing defects and the remedial action that can be undertaken to minimise the defects.

Tulis satu esei berhubung dengan kecacatan pemprosesan dan tindakan penyelesaian yang diperlukan untuk meminimumkan kecacatan tersebut.

- (c). Discuss durability of polymer composites

Bincangkan ketahanan komposit polimer.

(100 marks/markah)

7. Write a short note on :

Tuliskan nota pendek tentang :

- (a). the basic principles of ultrasonic testing and

Prinsip asas pengujian ultrasonik dan

(50 marks/markah)

- (b). its representation of data.

perwakilan datanya.

(50 marks/markah)

-oooOooo-